

# Påverkar tidighetstyp fiberhalten hos rödklöver?

Does maturity type affect the fibre content in red clover?

*Lukas Axelsson*



Foto: Magnus Halling



## Påverkar tidighetstyp fiberhalten hos rödklöver?

Does maturity type affect the fibre content in red clover?

*Lukas Axelsson*

**Handledare:** Magnus Halling, Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för växtproduktionsekologi  
**Examinator:** Bodil Frankow-Lindberg, Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för växtproduktionsekologi

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** A1E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i biologi - magisterarbete

**Kurskod:** EX0564

**Program/utbildning:** Agronomprogrammet - mark/växt

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2013

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** rödklöver, tidighetstyp, fiberhalt, NDF, utveckling, vall, foder

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

NL Fakulteten  
Institutionen för växtproduktionsbiologi



## Abstract

The high feeding value of red clover makes it into an important species in Swedish agriculture. There are three different maturity types grown in Sweden, early, medium late and late. The time for heading, regrowth and winter hardiness is affected by the maturity type, but there can also be other factors that are affected by the maturity type, for instance fiber content. In a greenhouse experiment three red clover varieties of different maturity types were compared; early Titus, middle late SW Nancy and late SW Torun. The features compared were fiber content and differences in development rates. The results indicate that the development rate of Titus was remarkably fast whereas the difference between SW Nancy and SW Torun was smaller. There was a large variation within each variety, which could be a result of low competition between plants.

The fiber content correlated well with the leaf/stem-ratio, or the proportion of the plant that consisted of leaves. The leaf/stem-ratio decreased for all three varieties over time, but Titus had the lowest leaf/stem-ratio throughout the experiment because of its fast development rate. However, when the varieties were compared at the same developing stage, without any consideration of actual age, there were no differences in the leaf/stem-ratios between the varieties.

The fiber content was highest in Titus throughout the experiment, whilst the difference between SW Nancy and SW Torun was small. When the three varieties were compared at the same leaf/stem-ratio, Titus had the highest fiber content, which indicates that maturity type may be affecting the fiber content.

*Key words:* red clover, maturity type, fiber content, NDF, development, ley, forage



## Sammanfattning

Rödklöver är tack vare sitt goda fodervärde en viktig art inom svensk odling. Det finns i Sverige tre tidighetstyper av rödklöver, tidig, medelsen och sen. Tiden för blomning, förmåga till återväxt samt vinterhärdighet påverkas av tidighetstyp. Det kan även finnas andra skillnader kopplade till tidighetstyp som t.ex. fiberhalt. I detta växthusförsök jämfördes tre rödklöversorter med olika tidighet, Titus (tidig), SW Nancy (medelsen) samt SW Torun (sen), med avseende på fiberhalt och skillnad i utvecklingshastighet. Resultaten visar att Titus hade snabbast utveckling och att skillnaderna mellan SW Nancy och SW Torun var mindre. Variationen i utvecklingshastighet för enskilda plantor inom sorterna var stor, vilket till stor del kan bero på en låg konkurrens mellan plantor. Fiberhalten korrelerade bra med bladandelen, det vill säga hur mycket av biomassan som utgörs av blad. Bladandelen hos de tre sorterna sjönk med tiden och den snabbare utvecklingen hos Titus gjorde att den genomgående hade en lägre bladandel jämfört med de övriga typerna vid en given tidpunkt. Jämfördes de tre sorterna vid samma utvecklingsstadium, utan hänsyn till faktisk ålder, fanns ingen skillnad i bladandel. Fiberhalten var genomgående högst hos Titus, medan skillnaderna mellan SW Nancy och SW Torun var små. Fiberhalten i stjälkfraktionen var högre hos Titus jämfört med de övriga sorterna trots att de hade samma bladandel, vilket leder till slutsatsen att det finns en påverkan på fiberhalten som beror av tidighetstyp.

*Nyckelord:* rödklöver, tidighetstyp, fiberhalt, NDF, utveckling, vall, foder





## Innehåll

1. Inledning .....	10
1.1 Historia .....	11
1.2 Rödklövers morfologi, fenologi och biologi.....	11
1.3 Foderkonsumenten och fibers betydelse för den .....	12
1.4 Växtfiber .....	12
1.4.4 Cellen.....	13
1.4.5 Fibrernas utveckling .....	15
2. Material och metod .....	16
2.1 Växtmaterial och odling .....	16
2.2 Dokumentation av utveckling .....	17
2.3 Analyser .....	19
2.4 Statistik.....	20
3. Resultat .....	21
3.1 Utveckling .....	21
3.2 Bladandelar .....	23
3.3 NDF-halt .....	25
4. Diskussion .....	31
4.1 Utveckling.....	31
4.2 Bladandel.....	32
4.3 NDF .....	32
Referenslista .....	35
Tack till:.....	38

# 1. Inledning

Rödklöver har varit och är en viktig komponent i svensk grovfoderproduktion, dess vinterhärdighet medger odling i princip i hela Sverige. Genom att välja typer (tidig-medelsens) kan lantbrukaren optimera rödklöverodlingen till det för platsen givna klimatet. Främst är det tiden för blomning, förmåga till återväxt och uthållighet som skiljer typerna åt, där den tidiga sorten blommar tidigt, har god återväxtförmåga vilket medger fler skördar per säsong, samtidigt som sämre vinterhärdighet gör den mest lämplig för odling i södra Götaland. De dominerande typerna i Sverige är de sena och medelsena. Tidigare förekom importerat utsäde med tidiga typer men vinterhärdigheten var inte anpassad för svenskt klimat varpå de så småningom fasades ut (Julén, 1997). Under senare år har återigen tidiga typer börjat marknadsföras i Sverige, intresset för ett större antal skördar per säsong gör den tidiga typen åter aktuell. Dessa sorter kommer främst från Centraleuropa, såsom Tyskland och Tjeckien (Halling, 2012).

Under senare år har fiberinnehållet i grovfoder fått en allt större uppmärksamhet, exempelvis är fiberinnehåll en delparameter i det nordiska fodervärderingssystemet NorFor, främst den osmältbara delen av fiberinnehållet, *iNDF* (indigestible Neutral Detergent Fibre) (Volden *et al.*, 2011). Fibrer är långsmala strukturelement som ingår i växternas cellvägg. De bidrar främst med att ge styrka till växten (Björn, 2012). Fiberinnehåll påverkas av en mängd faktorer, där tidighetstyp kan vara en av dem. Eftersom fiberinnehållet i stor utsträckning påverkar kons prestation kan grovfoderproducenten, genom att välja rödklöversorter med olika tidighet, få ytterligare en möjlighet att styra fiberinnehållet i önskad riktning.

Målet med magisterarbetet var att undersöka om det fanns skillnader i fiberinnehåll mellan de tre tidighetstyperna av rödklöver som odlas i Sverige. För att undersöka detta odlades tre sorter av olika tidighetstyp i växthus under lika förhållanden. Dessutom följdes den fenologiska utvecklingen hos de tre typerna, för att kunna relatera fiberinnehållet vid ett visst utvecklingsstadium mellan typerna. Utvecklingen hos plantorna dokumenterades även i syfte att undersöka hur stor skillnad i tidighet det är mellan typerna när de odlas under samma förhållanden. Försöket begränsades till användningen av en sort av varje typ, vilket medförde att en skillnad i fiberinnehåll vid samma utvecklingsstadium hos rödklöverplantan inte bara kunde tillskrivas skillnaden i tidighet hos typen – andra sortrelaterade faktorer kan också påverkat fiberinnehållet.

**Hypotes:** Att det föreligger en skillnad i fiberinnehåll mellan tidighetstyperna, tidig, medelsen och sen rödklöver vid samma utvecklingsstadium.

## 1.1 Historia

Människan har i alla tider försökt att förbättra egenskaperna hos de grödor som odlades. Den naturliga selektion som sker på grund av de betingelser som råder på platsen tillsammans med människans urval framställde grödor som passade människans önskemål bättre än de vilda växter som kulturgrödorna härstammade från.

Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) härstammar antagligen från Mellanöstern i trakten kring Medelhavet. Den började odlas i Europa kring 200-talet och spreds först från Spanien till övriga Europa (Taylor & Quesenberry, 1996). Den är känd i Sverige sedan medeltiden (Nordstedt, 1920). Rödklövers goda fodervärde, dess förmåga att tåla det svenska klimatet, kombinerat med det faktum att den kan fixera kväve från luften genom symbios med bakterier, har gjort den till en allmänt förekommande kulturväxt i Sverige (Fogelfors, 2001). 2011 odlades 1,1 miljoner hektar vall i Sverige, vilket utgjorde mer än 40 % av den totala åkerarealen i landet (Jordbruksverket, 2012). Rödklöver ingår ofta i de fröblandningar för vall som säljs i landet och detta visar att det är en viktig gröda i svensk animalieproduktion (Jordbruksverket, 2011)<sup>a</sup>.

Sveriges klimatförutsättningar är gynnsamma för vallodling i syfte att producera djurfoder. Djurens förmåga att omvandla gräs och örter till för människan användbara livsmedel var livsnödvändigt på den tid när självförsörjning var det enda alternativet. Odling av grovfoder till husdjur skedde på ängsmark utan närmre kontroll av de arter som växte på den (Cserhalmi, 1998). Först under andra halvan av 1800-talet påbörjades odling av vall på åkermark. Det vallutsäde man använde producerades på gården och höll låg kvalitet. De rödklöversorter som var kommersiellt förädlade importerades från sydligare länder och var inte väl anpassade för det svenska klimatet och utvintrade därför tämligen snabbt (Julén, 1997).

## 1.2 Rödklövers morfologi, fenologi och biologi

Uppsatsen fokuserar på rödklövers roll som foder till mjölkproducerande nötkreatur, vilket är den näringsgren inom svenskt jordbruk med störst ekonomisk betydelse (Jordbruksverket, 2011)<sup>b</sup>.

Rödklöver tillhör familjen *Fabaceae*, ärtväxter. Det är en perenn ört och saknar de utlöpare som dess släkting vitklövern har. Som rödklövers namn antyder är blommorna röda och den förväxlas närmast med *Trifolium medium* L., skogsklöver. Rödklövers utseende varierar emellertid kraftigt varför blommorna hos vissa plantor antar en mer vitaktig färg. Blomman är likt andra ärtväxter zygomorf, det vill säga den kan endast klyvas på hälften för att erhålla två spegelbilder. Blomhuvudet blir cirka tre centimeter i diameter och är klotformat (Taylor & Quesenberry, 1996). Övriga kännetecken är de håriga tre-fingrade bladen som ofta har vita fläckar, en grenig stam som kan bli uppemot en halvmeter hög (Taylor & Quesenberry, 1996).

Likt många arter i familjen ärtväxter har rödklöver bladlika omfamningar kring bladskäftets bas, så kallade stipler. Stiplerna hos rödklöver är kraftiga och tydliga, karakteristiskt för rödklövern är även den kraftiga, rakt nedväxande roten, den s.k. pålroten. Rödklövers

tillväxtpunkter sitter vid rothalsen, vilken befinner sig i markytan. Detta gör arten känslig för tramp från betande djur och körskadorna från tunga maskiner.

Cirka tre dagar efter att fröet börjat ta upp vatten startar groningen, först framträder rotanlaget sedan hypokotylen. Groddbladen tillväxer under första veckan efter uppkomst för att sedan dö när de första riktiga bladen börjar utvecklas. Det första blad som utvecklas efter groddbladen är spadbladet, till skillnad mot de senare bladen består det endast av ett blad (Bowley *et al.*, 1984). Vid skottbasen sker till en början en ackumulering av knoppar med uppstickande bladskäft, där varje bladskäft har ett trefingrat blad. Vid efterföljande stamsträckning sträcks stammen mellan internoderna och axillära knoppar bildas vid internoderna, vilket gör att plantan förgrenar sig ytterligare. Blommorna utvecklas axillärt, det vill säga mellan bladskäft och stam (Spedding & Diekmahns, 1972).

Fotoperiodism kallas den förmåga hos en organism att med hjälp av solljuset avgöra dagslängden, vilket gör det möjligt för organismen att avgöra vilken tid på året det är och därför kunna starta och stoppa processer beroende på säsong. På detta sätt kan växter indelas i två kategorier: långdagsväxter och kortdagsväxter, där klassificeringen bygger på den dagslängd som krävs för att blomning skall initieras (Taiz & Zeiger, 2007). Rödklövern anses vara en kvantitativ långdagsväxt, vilket innebär att ju längre dagarna är, desto snabbare går utvecklingen. Både stamsträckning och blomning styrs av dagslängden, där blominitiering kräver längre dagslängd. Längre dagar medför längre internoder, något som även medför en senarelagd blomning (Bowley *et al.*, 1987). Tidiga rödklövertyper har lägre krav på dagslängd än sena typer, samtidigt som de sena typerna har en längre period i sitt tidiga utvecklingsstadium där de inte påverkas av dagslängden (Jones, 1974).

### **1.3 Foderkonsumenten och fibers betydelse för den**

Nötkreatur är idisslare och har förmågan att tillgodose sig foder med stort fiberinnehåll, något som människan inte kan. Själva idisslingen bidrar till att öka uppehållstiden för fodret i våmmen, stimulera salivbildning och öka tillgängligheten för mikroorganismerna som bryter ned fodret i våmmen (Lärn-Nilsson, 2006). Trots att idisslare är anpassade till grovfoder kan de ha svårigheter att tillgodogöra sig ett sådant foder. En hög fiberhalt hos fodret innebär att uppehållstiden i våmmen, för att utvinna de smältbara delarna, blir lång. När våmmen fylls sträcks dess vävnad ut, varpå receptorer registrerar detta och sänder signaler till hjärnan om fyllnadsgraden i våmmen. Djuret minskar födointaget när våmmen fylls vilket medför att foder med lång uppehållstid i våmmen kommer att innebära en minskning i foderintag jämfört med ett foder som passerar våmmen snabbare (McDonald *et al.*, 2002).

### **1.4 Växtfiber**

#### **1.4.1 NDF**

Den största påverkan på hastigheten av matspjälkningen av fodret är fiberinnehållet som ofta beskrivs som NDF, *neutral detergent fibre*. NDF är en analysmetod på cellväggsinnehåll utvecklat av van Soest (1994). Genom att kemiskt behandla ett foderprov med en vätska bestående av natriumlaurylsulfat och etylendiamintetraättiksyra (EDTA) löses cellinnehållet upp och återstoden består av cellulosa, hemicellulosa samt lignin, som tolkas som ett mått på

cellvägginnehållet. Den del av fiberfraktionen som inte är nedbrytbar i idisslarens våm kallas för indigestible NDF, iNDF och djuret kan inte tillgodogöra sig denna del av fodret. Andelen iNDF är därför viktig när det kommer till att avgöra vilket värde ett foder har (McDonald *et al.*, 2002). Pektin, som även den är en del av cellväggen och mer löslig än de övriga fiberfraktionerna, kommer på grund av sin löslighet inte med i fiberfraktionen varför växter med ett stort pektininslag i cellväggen kommer få en lägre fiberhalt än vad som verkligen är fallet. Rödklöver innehåller mer pektin jämfört med gräs och fiberinnehållet kan därför underskattas vid NDF-mätning med denna metod (Jung, 1997).

#### 1.4.2 Fiber för hälsan

För att upprätthålla en hög mjölkproduktion räcker inte grovfoder till, en tillsats av kraftfoder är nödvändig. Med kraftfoder avses foder med hög halt energi per viktsenhet torrsubstans, det består ofta av spannmål och frön från olje- och baljväxter (Nationalencyklopedin, 2012). Kraftfoder innehåller mycket stärkelse samtidigt som fiberinnehållet är lågt vilket kan medföra komplikationer om kraftfoder används som grovfoderssubstitut i alltför stor utsträckning. Salivproduktionen minskar eftersom fodret passerar våmmen snabbt, vilket leder till en pH-sänkning eftersom saliv har en buffrande verkan, dessutom bidrar kraftfodret till att flyktiga fettsyror bildas snabbare jämfört med grovfoder. Denna pH-sänkning kan leda till tillståndet *acidosis*, en allvarlig våmstörning som kan slå ut mikrofloran och ge skador på våmvävnaden (Nocek, 1997). Löpmagsdisklokation är ett för kon plågsamt tillstånd där löpmagen har bytt läge och hamnat mellan våmmen och bukväggen (Coppock *et al.*, 1972). Studier visar att tillståndet är vanligare hos kor som hade en större andel kraftfoder i foderstaten jämfört med kor som var utfodrade med en större mängd grovfoder (van Winden *et al.*, 2004). Av totala mängden torrsubstansfoder bör minst 30 procent utgöras av fiber för att säkerställa en fungerande mjölkko (Lärn-Nilsson, 2006).

#### 1.4.4 Cellen

Ordet cell härstammar från latinets *cella* och betyder kammare. Även om cellerna är specialiserade för vissa funktioner är principen hos kärlväxtcellen dock lika. En viktig skillnad mellan djurceller och växtceller är att varje växtcell omges av en hård cellvägg (Brett & Waldron, 1990).

##### **Primär cellvägg**

Växtcellen hos kärlväxterna har två typer av cellväggar som benämns primär och sekundär cellvägg. Den primära cellväggen är den ytterst liggande cellväggen och är förhållandevis tunn, mindre än 1µm tjock (Taiz & Zeiger, 2007). Bildningen av den primära cellväggen sker redan under celldelningen. Under den så kallade anafasen, som är ett steg i celldelningen, håller kromosomerna på att delas för att bilda en ny cellkärna i den nya cellen. Samtidigt ackumuleras små membranöslutna blåsor, vesiklar, och radar upp sig mellan de två nya cellkärnor som bildas. Dessa vesiklar smälter samman och deras innehåll bildar det första steget mot en cellvägg, en cellplatta. Vesiklarnas membran bildar ett förstadium till cellens membran. Cellplattan växer sedan ut mot de gamla cellväggarna för att få kontakt med de andra cellernas väggar. När så har skett skickar den nya cellen ut nytt material till cellplattan för att bygga på den, samtidigt som material med ursprung från cellplattan bildar den nya

mittlamellen mot de andra cellerna. Materialet som bygger upp cellväggen består av cellulosa, hemicellulosa, pektin samt strukturprotein. Cellulosa är en polysackarid som består av upp till 5000 sammanbundna glukoser och strukturen är mycket långsträckt (Beck, 2005). Vissa källor anger att upp till 15 000 sammanlänkade glukosenheter bildar cellulosan i bomull (Brett & Waldron, 1990). Dessa långsträckta molekyler packar sig längs med varandra och hålls samman av vätebindningar, dessa hoppackade cellulosaenheter bildar på så vis mikrofibriller. Mikrofibrillernas ordning är i det närmaste kristallin vilket gör den relativt okänslig för enzymatisk påverkan, varför den som föda är tämligen svårnedbrytbar. Även längden på cellulosakedjan påverkar hur smältbar cellulosan är (Beck, 2005). När den primära cellväggen uppnått en viss tjocklek kommer hastigheten med vilket cellväggsmaterial tillförs synkronisera med expanderingen av cellen, vilket leder till att tjockleken på cellväggen hålls konstant. I celler med endast primär cellvägg är det främst turgor, det tryck som vätskan i cellen utövar på cellväggen, som håller upp cellen. Den primära cellväggen har marginell betydelse för styrkan varför vävnader uppbyggda med celler som endast har primär cellvägg slokar vid vattenbrist (Brett & Waldron, 1990).

### **Sekundär cellvägg**

Vattentransporten i växten sker i den vaskulära vävnaden, xylemet. Drivkraften är den tryckgradient som bildas när vatten transpireras från växten. Tryckgradienten ställer stora krav på styrkan hos cellväggen, varför en sekundär cellvägg bildas (Taiz & Zeiger, 2007). Denna cellvägg är tjockare och hårdare än den primära och antas inte vara töjbar vilket medför att celler med en sådan cellvägg inte kan expandera och därför anläggs först när cellen är färdigutvecklad, dock med undantag av unga xylemceller. Den sekundära cellväggen hos dem kan liknas vid en spiralfjäder, där cellväggen kan expandera på samma sätt som man sträcker spiralfjädern (Brett & Waldron, 1990). Cellväggen består oftast av tre lager där mikrofibrillerna i varje lager är parallellt orienterade med varandra men i olika riktningar mellan lagren (Beck, 2005).

Förutom samma ämnen som ingår i den primära cellväggen har den sekundära ofta ett stort inslag av lignin, något som i viss utsträckning även finns i den primära. Lignin är en komplex polymer av fenylpropan och till skillnad från de långa, raka cellulosakedjorna är lignin amorft och kraftigt förgrenat. Lignin verkar genom att binda samman cellulosafiberna varför lignin, som i sig självt är ett stabilt ämne och därför svårnedbrytbart i vatten, ytterligare försvårar nedbrytningen av växtmaterial eftersom även cellulosan påverkas. Lignin har hydrofobiska egenskaper (inte löslig i vatten), vilket är viktigt i xylemcellerna som leder vatten (Taiz & Zeiger, 2007). Hydrofobiciteten bidrar även till att försvåra nedbrytningen dessutom gör ligninets fysiska styrka den till ett för växten viktigt skydd mot allehanda skadegörare. Allteftersom cellen åldras ökas inlagringen av lignin, i vedartade delar av plantan utgör cellväggen 95 % av torrvikten (Brett & Waldron, 1990). Lignifieringen av rödklöver skiljer sig åt från gräsen; hos rödklöver lignifieras endast kärlvävnaden medan ligninet hos gräsen är utspritt i all vävnad. Åldern kommer således att påverka gräset mer negativt än rödklövern (McDonald *et al.*, 2002).

#### 1.4.5 Fibrernas utveckling

Stammens funktion som stöd- och ledningsorgan kräver en rigiditet som endast en stor andel cellväggar ger, medan växtens fotosyntetiska vävnad har tunnväggiga parenkymceller (Hacker & Minson, 1981). Det medför att allteftersom utveckling hos växten fortskrider kommer cellväggskoncentrationen i stamdelar öka, den ökande biomassan kräver ett ökat stöd samtidigt som lignifieringen av cellväggen ökar. Bladens cellväggskoncentration ändras däremot tämligen lite med ökad ålder (Buxton & Hornstein, 1986). Det finns därför ett tydligt samband mellan smältbarhet hos fodret och bladandel, eller blad/stjälk-kvot. Rödklöver skiljer sig i detta fall något från övriga foderlegumer då dess blad inte är lika smältbara som dess släktingars (Buxton *et al.*, 1985; Wilman & Altimimi, 1984). Unga rödklöverplantor kan ha stjälkar med hög smältbarhet, till och med högre än för bladen, något som medför att stjälk/blad-förhållande kan vara något missvisande i vissa fall (Buxton *et al.*, 1985). Enligt Hammarskjöld (2001) var korrelationen mellan en sjunkande bladandel och en stigande fiberhalt hos rödklöver emellertid mycket god. Sammanfattningsvis kommer en planta som har en stor andel stammaterial i förhållande till blad och har uppnått en hög ålder och en långt gången fenologisk utveckling innehålla en hög andel fiber, genom att skörda plantan vid olika tillfällen kan man till stor del styra fiberhalten (Wiersma *et al.*, 1998).

Andra faktorer kommer också de att påverka fiberhalten, enligt Buxton (1995) är temperaturen den miljöfaktor som har störst påverkan på växtens fodervärde. Förutom det faktum att temperaturen avgör vilken växt som överhuvudtaget går att odla på platsen, påverkar temperaturen växten på ett flertal sätt. Lägre temperatur kombinerat med mycket sol under växtsäsongen medför att lättlösliga sockerarter anrikas i växten, då tillväxten avtar i större utsträckning vid lägre temperaturer än vad fotosyntesprocessen gör (Fahey *et al.*, 1994). En högre temperatur medför en påskyndad utveckling som leder till en lägre blad/stjälk-kvot och därmed lägre smältbarhet (Ohlsson, 1991). Plantor utsatta för stark vind kommer bygga upp mer sklerenkymvävnad och därmed öka sin fiberhalt (Grace & Russel, 1977). Patogenangrepp leder till ökad lignifiering av celler som försvar mot angreppet (Menden *et al.*, 2010; Mandal, 2010). Genetiska anlag har stor påverkan på fiberhalten, växtsorter som exempelvis utvecklar mycket bladmassa och färre stamdelar får en lägre fiberhalt jämfört med sorter som utvecklar ett motsatt förhållande (Habib *et al.*, 1995).

Det optimala ur ett foderperspektiv vore naturligtvis att odla en gröda som är stark och tålig mot skadegörare och klimat, samtidigt som den skall vara tillräckligt lättsmält. En sådan gröda existerar inte, att förädla fram sorter med ett lågt lignininnehåll skulle förmodligen ge problem med stråstyrkan.

## 2. Material och metod

### 2.1 Växtmaterial och odling

De rödklöversorter som användes i försöket var sorterna SW Nancy och SW Torun från Lantmännen SW Seed, samt Titus från Scandinavian Seed. Fröna levererades av respektive firma, både SW Nancy och SW Torun var från 2011 års skörd medan Titus var skördat 2010. Information om sorterna återfinns i tabell 1. Dessa tre är sorter som är vanliga i svensk jordbruksproduktion.

Tabell 1. Information om de aktuella sorterna från respektive fröfirma

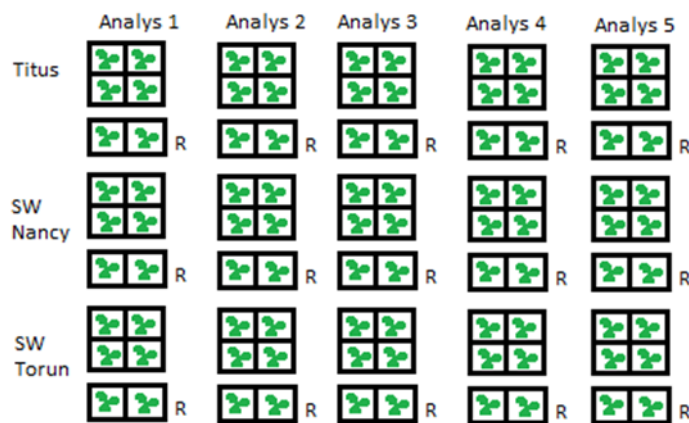
Sort	Ploiditet	Tidighet	Antal skördar per år	Vinterhårdighet	Grobarhet %*
Titus	Tetraploid	Tidig	3-4	För s. Götaland	-
SW Nancy	Tetraploid	Medelsen	3	God	91
SW Torun	Tetraploid	Sen	2	Mycket god	93

\*För aktuellt parti

De tre sorterna såddes i plastkärll med en volym av sex dm<sup>3</sup>, med måtten (l\*b\*h) 17\*27\*14 cm, kärlln var försedda med hål i botten för att tillåta dränering. Som odlingsmedium användes Hasselfors Garden planteringsjord Special, vilken är en grundgödslad sandblandad torvjord tillblandad för Sveriges lantbruksuniversitet. Varje kärll fylldes med 4,5 dm<sup>3</sup> jord, varpå ytan jämnades till och packades lätt med en traskiva som täckte hela jordytan, detta för att medge god jordkontakt hos fröet. För att säkerställa en aktiv kvävefixering ympades allt utsäde med *Rhizobium trifolii* genom att stöpa fröna i en vattenblandning innehållande bakterierna, vattenblandningen vattnades sedan över kärlln. Jordytan vattnades och två frön placerades sedan med ett avstånd av 3 cm sinsemellan i centrum av kärlln. Orsaken till användandet av två frön per kärll var att minimera risken för att uppkomst skulle utebli helt i något kärll. I de fall där båda fröna grodde avlägsnades den ena groddplantan, uppkomsten var i detta fall mycket god då samtliga frön grodde. Jord siktades över kärll med en tjocklek om en cm vilket motsvarar sådjupet. Sådd skedde den 24:e januari 2012 i växthus beläget på Sveriges lantbruksuniversitet, Ultuna N=59,81°. Försöket pågick under 92 dagar och avslutades den 24 april 2012.

Med avsikten att ha material till fem analystillfällen med fyra upprepningar vid varje tillfälle, samt två reservplantor per upprepning, såddes totalt 30 plantor av varje sort. I figur 1 åskådliggörs upplägget med en schematisk bild.





Figur 1. Schematisk bild över försöksupplägg, där R betecknar reservplanter.

Reservplantornas syfte var att ersätta de ordinarie plantorna som uppvisade ett onaturligt växtsätt, eller i händelse av oförutsedda händelser. Indirekt styrde storleken på växthuset antalet planter i försöket.

Kärlen placerades i växthus med artificiell belysning bestående av tio stycken metallhalogenlampor jämnt fördelade över den bänk där kärlen stod. Lamporna var av fabrikat OSRAM modell HQI-BT 400W/D, med ett ljusvärde på 93 Ra och en färgtemperatur på 5200 kelvin. Fotoperioden var 18 timmar per dygn, växthusets temperatur var 22°C, som är optimal temperatur för rödklöver i växthus enligt Ruiz (1973). Temperaturen fluktuerade något i försökets början då nätterna var kalla och växthusets eget värmesystem inte förmådde hålla inställd temperatur. Som lägst var temperaturen 16°C, detta under den tid på dygnet när lamporna var släckta.

På grund av växthusets avlånga form och därmed med stor potentiell inverkan av kanteffekter placerades kärlen med avsikten att de skulle ompositioneras med jämna mellanrum. De placerades sortvis utan inbördes ordning. Den sortvisa indelningen bygger på det antagande om att en blandning av sorterna skulle innebära fördelaktig utrymmeskonkurrens för de tidigare sorterna, eftersom de förmodades ha ett snabbare utvecklingsförlopp. I verkligheten visade det sig att någon hänsyn till denna skillnad inte var nödvändig eftersom biomassan var relativt densamma mellan sorterna.

Kärlen vattnades cirka vart tredje dygn med normalt kranvatten, men med något tätare intervaller under försökets slutskede när plantornas storlek samt ökande utomhustemperatur innebar en ökad transpiration. Förutom den grundgödsling som fanns i jorden tillfördes under fem tillfällen näringsberikat vatten, innehållande NPK 51-10-43 plus samtliga mikronäringsämnen.

## 2.2 Dokumentation av utveckling

Plantans fenologiska utveckling dokumenterades genom att kontinuerligt bestämma det stadium som den befann sig i. Bestämningen utfördes regelbundet under den tid försöket pågick, med cirka tre dagars mellanrum. Den utvecklingsskala som användes var Kalu & Fick (1981) modifierad av Hedlund & Höglund (1983). Skalan var uppbyggd på följande vis: varje utvecklingsstadium tilldelas en tiotalssiffra och varje utvecklingssteg inom stadiet tilldelas en entalssiffra. Skalan börjar med det första utvecklade bladet som får nummer 21. Med det

andra utvecklade bladet befinner sig plantan i stadium 22 och så vidare. När nästa utvecklingsstadium infaller lämnas det förra stadiet, går plantan in i internodstadiet från bladstadiet räknas alltså istället internoder. För beskrivning av samtliga stadier, se tabell 2.

Tabell 2. Beskrivning av utvecklingsstadier hos rödklöver

Sifferkod	Stadium	Beskrivning
21-29	Bladstadium	När bladstjälken är minst lika lång som bladskivan räknas det som ett blad
31-39	Stjälksträckning	Antal internoder per skott
45	Knoppsamling	Huvudstjälkens knoppsamling märkbart uppsvälld
50	Knopptillväxt	Synlig knopp hos huvudstjälk
54	"	Enskilda knoppar i knoppsamlingen urskiljbara
62	Tidig blomning	Huvudstjälken har minst en öppen blomma
64	Full blomning	Blomning på flera stjälkar
66	Sen blomning	Huvudstjälkens blomma mer än till hälften
75	Fröutveckling	Blommorna på huvudstjälkens blomhuvud överblommad, foderblad fortfarande gröna.

Efter Hedlund & Höglund, (1983)

Förutom utvecklingsskalan räknades även antal skott per planta vid samma tillfällen som bestämningen av utvecklingen skedde. Med skott avsågs de vid stjälbasen tydligt separata stjälkar, som omgavs av stipler.

För att redovisa utveckling grafiskt utvecklades ett poängsystem där det första utvecklingsstadiet, stadium 21, fick ett poäng. Därefter fick varje utvecklingssteg inom stadiet ytterligare poäng, stadium 22 fick två poäng, stadium 23 fick tre poäng o.s.v. Dessutom tilldelades varje nytt utvecklingsstadium, såsom från bladstadie till stjälksträckning, med extra poäng. Varje sådant utvecklingsförlopp fick fem poäng ytterligare för att markera att ett inträde i ett högre utvecklingsstadium skett. Se tabell 3 för fullständig redovisning av poängsystemet. Varje planta fick på så sätt poäng beroende på vilket stadium den befann sig i, och poängen lades ihop för alla plantor av varje sort. Dessa poäng adderades sedan kumulativt för att skapa ett mer lättavläst diagram, eftersom när plantor skulle analyseras försvann de från utvecklingsdokumentationen varpå kurvan stördes.

Tabell 3. Poängsystem för utvecklingsstadium

Utvecklingsstadium	Poäng
Bladstadium 21	1
Bladstadium 22	2
(...)	(...)
Bladstadium 29	9
Internodstadium 31	14
Internodstadium 32	15
(...)	(...)
Internodstadium 35	18
Knoppsvällning 45	23
Knoppning 50	28
Knoppning 54	29
Begynnande blomning 62	34
Enstaka blommor 64	35
Full blomning 66	36
Påbörjad överblomning 75	41

## 2.3 Analyser

Av de planerade fem analyserna var fyra avsedda att omfatta både NDF-analys och blad/stjälk-kvot, medan en av analyserna endast var ämnad för blad/stjälk-kvot. Det gav således fyra NDF- och fem blad/stjälkkvotanalyser. Eftersom fiberanalyserna krävde att cirka 0,5 g torkad biomassa fanns tillgänglig var det nödvändigt att invänta att plantorna var tillräckligt stora för att få tillräcklig biomassa. Första datum för provtagning gick därför endast att förutsäga ungefärligt, därefter spreds resterande analystillfällen ut jämnt över perioden. För skördetillfällen, se tabell 4.

Tabell 4. Skördetillfällen

Analysdatum	Dagar sedan sådd	Typ av analys
15 mars	52	NDF samt blad/stjälk-kvot
25 mars	62	NDF samt blad/stjälk-kvot
4 april	72	NDF samt blad/stjälk-kvot
20 april	88	NDF samt blad/stjälk-kvot
24 april	92	Blad/stjälk-kvot

Plantorna delades upp i en bladfraktion och i en fraktion med stjälk, bladskaft och blomdelar enligt Terry & Tilley (1964) separationsmetod. Fraktionen med stjälk, bladskaft och blomdelar benämndes för enkelhetens skull "stjälkfraktion". Varje fraktion vägdes sedan i färskt tillstånd för att sedan torkas i 60°C, vilket krävdes för NDF-analys. Därefter vägdes provet i torkat tillstånd varpå det maldes i en kvarn av modell Thomas Wiley Mini-Mill. Den elektriska kvarnen var konstruerad på så vis att fyra knivar monterade på ett roterande cylinderformat fäste, löpte mot två fast monterade motstål och däremellan snittade provet till partiklar som sedan silades genom ett nät med en storlek á 20 Mesh, vilket motsvarar 20 maskor hos ett nät med storleken en kvadrattum.

Genom att vikten av den torkade bladfraktionen dividerades med blad- och stjälkfraktion sammanlagda torrsubstansvikt erhöles bladandelen. Bladandelen uttrycktes sedan i procent. Nedanstående formel visar hur beräkningen gjordes, i enheten gram torrsubstans.

$$\frac{\text{Bladfraktion}}{(\text{Bladfraktion} + \text{Stjälkfraktion})} = \text{Bladandel}$$

För att mäta torrsubstanshalten, ts-halten, krävdes att provet torkades till 100 °C i 24 timmar (Nyberg *et al.*, 2002). En sådan torkning hade omöjliggjort NDF-analys då provet inte fick torkas högre än 60 °C, samtidigt som tillräckligt med material inte fanns tillgängligt för både NDF- och ts-analys. Genom att en liten mängd torkades av de fraktioner där tillgången på material var god till 100 °C i 24 timmar påvisades en ytterligare medelviktstförlust á 8 %, vilket gällde både blad och stjälkfraktioner. Genom att vikten multiplicerades hos de prov som torkats till 60°C med 0,92 erhöles en god skattning av den verkliga ts-halten.

iNDF, den osmältbara delen av fiberfraktionen, hade varit en intressant analys då fodervärderingssystemet NorFor har stor sensitivitet för detta. iNDF-analysen krävde att cirka 15 gram biomassa fanns tillgängligt för varje analys, och därför fick iNDF-analys uteslutas.

NDF-analyserna utfördes av SLU:s laboratorium på Kungsängen, Uppsala. Den använda metoden var enligt Mertens (2002). Variationskoefficient för provresultaten var 1,7 %.

Eftersom utvecklingen fortskred med olika hastigheter för plantor av samma sort, sattes, förutom NDF-halt mot ålder, utvecklingsstadium som oberoende variabel mot NDF-halt vid redovisningen av analysdata. Avsikten med det var att visa hur utvecklingsstadiet påverkade NDF-halten utan hänsyn till plantans faktiska ålder. På samma sätt behandlades även bladandelen. Plantorna delades in i grupper beroende på vilket utvecklingsstadium de befann sig i. Grupperna var indelade i tiotal på utvecklingsskalan, exempelvis var en planta i stadium 33 indelad i grupp 30.

## 2.4 Statistik

För statistikberäkningar användes programmet SAS 9.2 2M2 W32\_VSPRO och proceduren GLM. För signifikansnivåer, se tabell 5. Använd analysmetod var kovarianssanalys med sort som klassvariabel och dagar efter sådd eller utveckling som kontinuerlig variabel.

Tabell 5. Nivåer för signifikanta skillnader mellan sorter

Signifikansnivå för skillnader	Symbol
>95%	*
>99%	**
>99,9%	***

## 3. Resultat

### 3.1 Utveckling

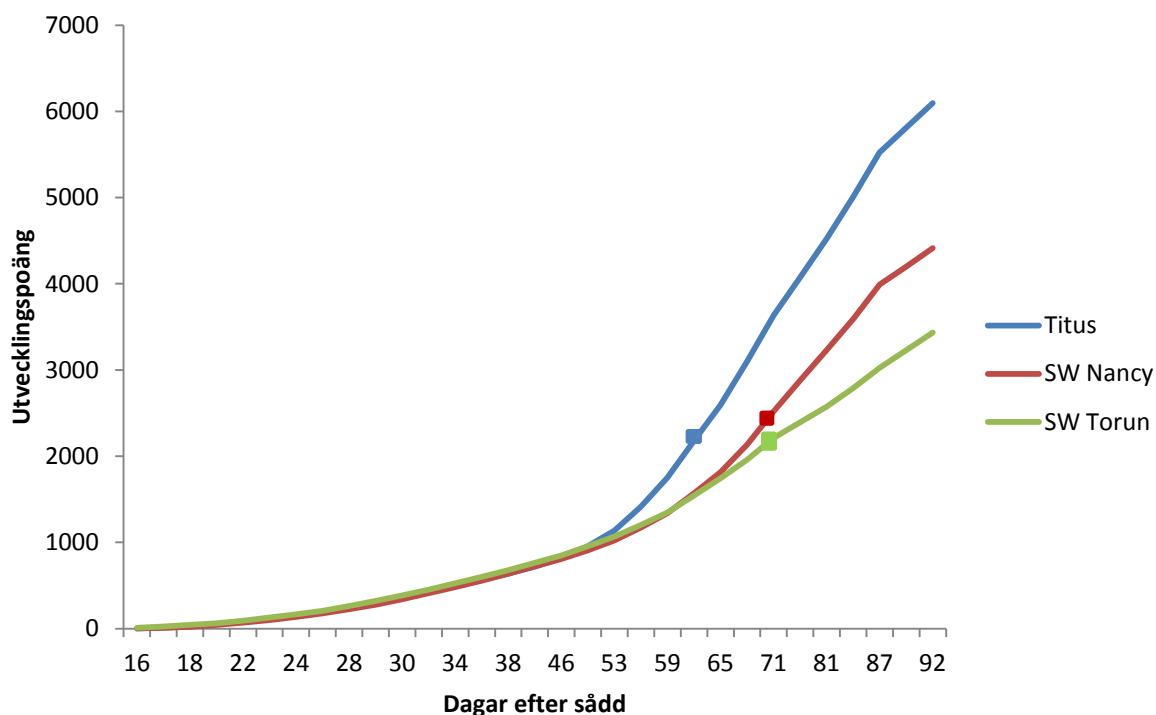
De tre sorterna rödklöver, tidiga Titus, medelsena SW Nancy samt sena SW Torun utvecklades enligt deras framförädlade växtsätt, det vill säga Titus var sorten med tidigast blomning, därefter SW Nancy följt av SW Torun. Tidpunkter för olika utvecklingssteg redovisas i tabell 6, där det högsta stadiet som först uppnåts för varje sort visas. I tabellen framgår även att det är först vid stjälksträckning, stadium 31, som skillnaden i utvecklingshastighet märks.

Det fanns en skillnad inom sorterna i utvecklingshastighet, tiden för blomning kunde skilja åtskilliga dagar mellan plantor av samma sort. För Titus skiljde det 23 dagar mellan första och sista observerade blomning. Beträffande SW Nancy och SW Titus hann alla plantor inte gå i blom före försökets avslutande. Den första observerade blomningen skedde vid samma tidpunkt för de båda sorterna, 23 dagar före försökets avslutande. Således skiljde det minst 23 dagar mellan första och sista observerad blomning för både SW Titus och SW Nancy. Generellt var de tre sorterna likartade gällande inomsortsvariationen i utvecklingshastighet, vid försökets avslut var dock skillnaden störst i SW Torun, som hade plantor både i bladstadiet och överblommade plantor.

Tabell 6. Tidpunkter för första observerade stadium för varje sort

Dagar efter sådd	Titus	SW Nancy	SW Torun
3	Uppkomst	Uppkomst	Uppkomst
5	Utvecklade hjärtblad	Utvecklade hjärtblad	Utvecklade hjärtblad
9	Spadblad	-	-
10	-	Spadblad	Spadblad
16	Stadium 21	Stadium 21	Stadium 21
21	Stadium 22	Stadium 22	Stadium 22
28	Stadium 23	Stadium 23	Stadium 23
29	-	-	Stadium 24
30	Stadium 24	Stadium 24	-
45	Stadium 31	-	-
46	Stadium 32	-	-
50	Stadium 50	-	-
56	Stadium 54	Stadium 32	Stadium 31
59	-	-	Stadium 33
62	Stadium 62	Stadium 45	Stadium 45
65	Stadium 64	-	-
68	Stadium 66	Stadium 54	Stadium 54
71	-	Stadium 62	Stadium 62
78	Stadium 75	Stadium 66	Stadium 64

Hur utvecklingsförloppet såg ut för varje sort med samtliga tillgängliga plantor medräknade visas i figur 2. Grafen baseras på det tidigare beskrivna poängsystemet, använda värden är kumulativt adderade medelvärden för varje sort.



Figur 2. Medelutvecklingsförlopp för tre rödklöversorter under 92 dagar. Tidpunkt för första blomning markerad med kvadrat.

Gällande skottantal tenderade plantor med långsam utveckling att producera fler skott än vad motsvarande plantor med snabbare utveckling gjorde. Plantor med långsam utveckling fick därmed ett mer bladrikt och frodigt utseende än de plantor som utvecklades snabbare och anlade färre skott. Hos exemplar med en långsam utveckling anlades noder i väntan på stjälksträckning, där stiplerna travades på varandra, se figur 3. Figur 4 visar två exemplar av SW Nancy vid samma tillfälle, den ena plantan befinner sig i stadium 64, den andra i stadium 29.



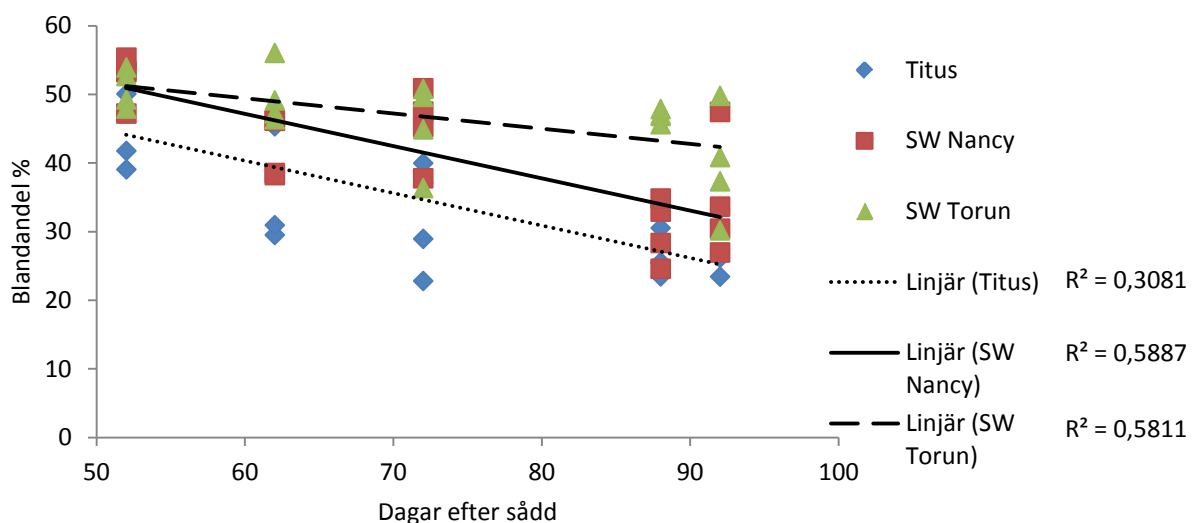
Figur 3. Avlägsnat skott hos planta med långsam utveckling, stjäleksträckning inte påbörjad.



Figur 4. Två plantor sådda vid samma tillfälle av SW Nancy, den vänstra i stadium 66, den högra i stadium 29.

### 3.2 Bladandelar

Bladandelen minskade med ökad utveckling, en högre utvecklad planta hade en mindre bladandel än en lågt utvecklad planta. Figur 4 visar hur två plantor av samma ålder, men olika utvecklingsstadium, fördelade sin biomassa. I figur 5 visas hur stor bladandelen var vartefter försöket fortskred. För statistisk signifikans för bladandelens förändring över tid, se tabell 7. Samtliga sorter minskade sin bladandel över tid, och samtliga sorter skiljde sig från varandra, där Titus hade lägst andel blad, följt av SW Nancy och SW Torun.



Figur 5. Bladandelen hos tre rödklöver sorter vid fem analysstillfällena under 92 dagar.

Tabell 7. Statistisk analys för signifikans för blandandelens utveckling över tid

Omfattning	Statistisk analys	p-värde	Signifikansnivå
Skillnad över tid och mellan samtliga sorter	Regression	<0,0001	***
Minskning av bladandel över tid Titus	"	<0,0001	***
Minskning av bladandel över tid SW Nancy	"	<0,0001	***
Minskning av bladandel över tid SW Torun	"	0,0111	*
Skillnader i bladandel mellan Titus – SW Nancy	"	0,0009	***
Skillnader i bladandel mellan Titus – SW Torun	"	<0,0001	***
Skillnader i bladandel mellan SW Nancy – SW Torun	"	0,0064	**



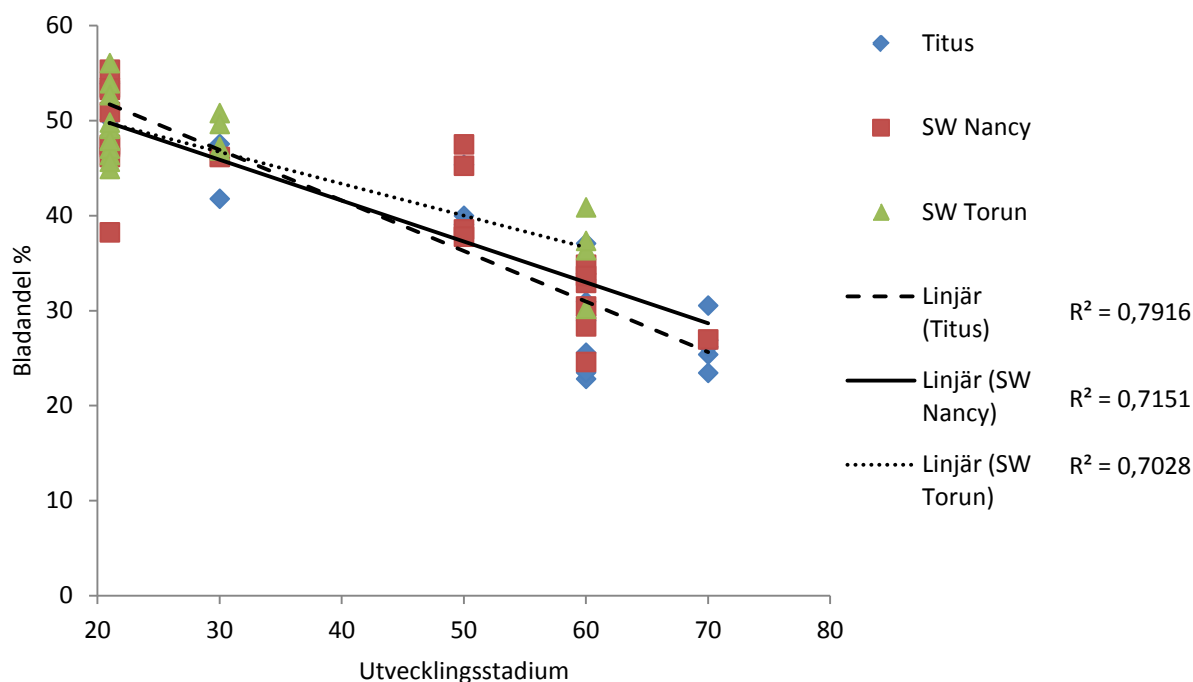
I figur 6 visas 4 exemplar av varje sort 88 dagar efter sådd. SW Toruns senare utveckling visar tydligt hur mycket större bladandelen är vid lägre utvecklingsstadier jämfört med högre utvecklade Titus och SW Nancy.



Figur 6. Rödklöversorterna (uppifrån) Titus, SW Nancy och SW Torun sådda vid samma tidpunkt.

I figur 7 har bladandelen satts som beroende variabel mot utvecklingsstadium utan hänsyn till plantans faktiska ålder. I tabell 8 redovisas statistik för bladandelens samband med utvecklingen. Samtliga sorter minskar sin bladandel med ökad utveckling. Vid varje utvecklingsstadium fanns inga skillnader i bladandelar mellan sorterna.





Figur 7. Bladandelen hos tre rödklöversorter vid olika utvecklingsstadier.

Tabell 8. Statistisk analys över bladandelen vid olika utvecklingsstadier

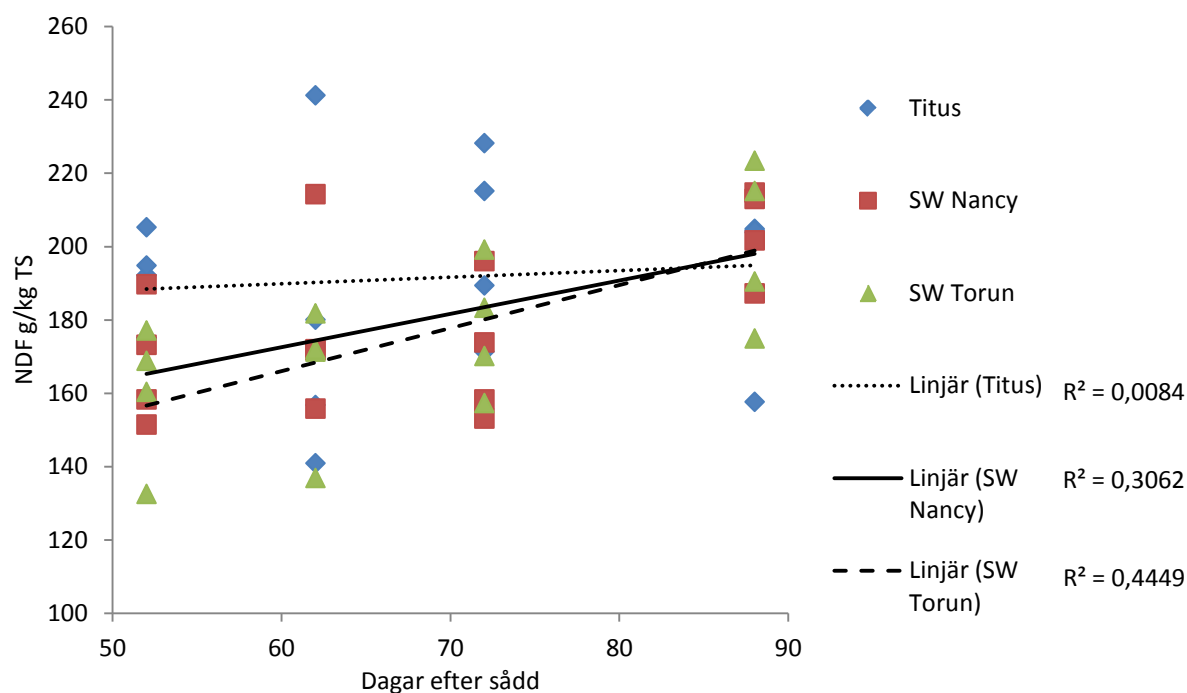
Omfattning	Statistisk analys	p-värde	Signifikansnivå
Skillnader i bladandel mellan samtliga sorter	Regression	0,4210	n.s
Skillnader i bladandel med utveckling samtliga sorter	"	<0,0001	***

### 3.3 NDF-halt

NDF-analysen på bladfraktionen visade att inga (figur 8) skillnader fanns mellan sorterna (tabell 9), men SW Nancy och SW Torun ökade dock i fiberhalt över tid.

I stjälkfraktionen uppvisade SW Nancy en tydlig signifikant ökning av fiberhalten över tid (figur 9). SW Torun ökade också sin fiberhalt i stjälkfraktionen, om än inte lika tydligt som SW Nancy. Mellan samtliga tre sorter förelåg skillnader i fiberhalt över tid för hela plantor (tabell 10). Fiberhalten ökade för alla sorter (figur 10), men Titus hade en högre fiberhalt jämfört med de övriga två, som inte skiljde sig åt från varandra beträffande fiberhalt (tabell 11).

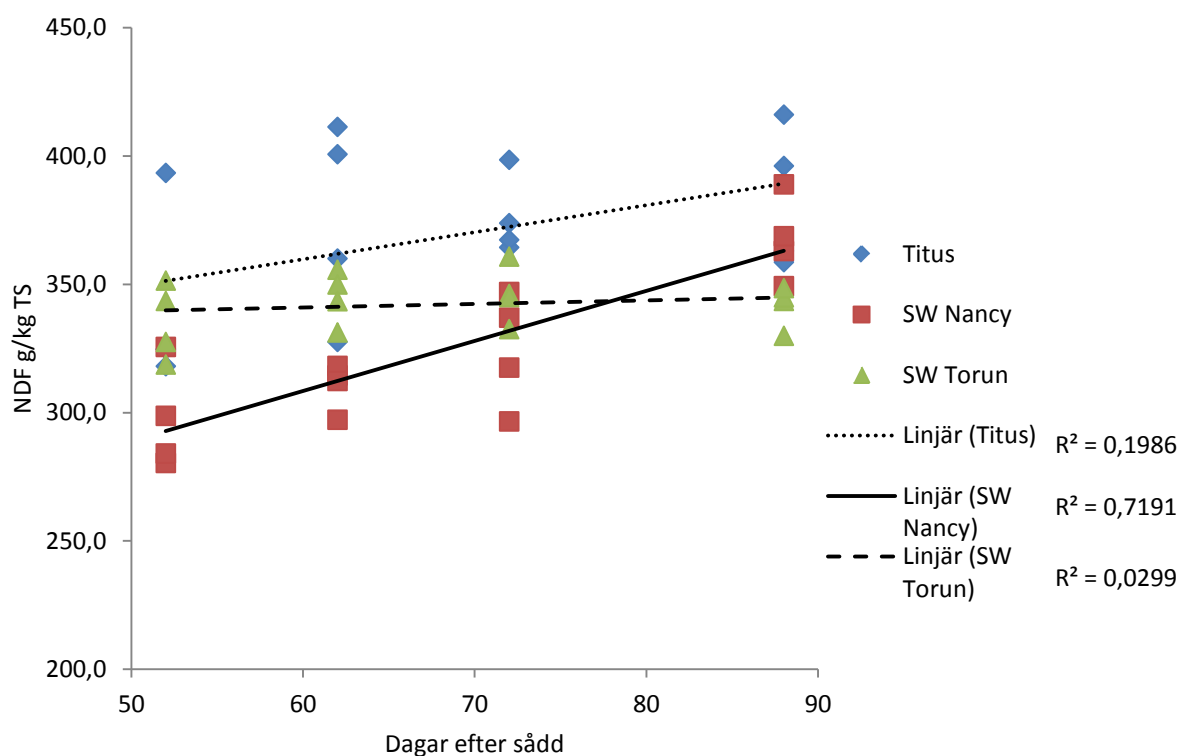
Ser man istället till NDF-haltens utveckling med stigande fenologisk utveckling fanns inget samband för bladfraktionen (figur 11), varken förändring i NDF-halt med ökad utveckling eller också skillnader mellan sorterna (tabell 12). I stjälkfraktionen ökade både Titus och SW Nancys fiberhalt med ökad utveckling (figur 12). Titus hade under hela utvecklingen högre innehåll av NDF i stjälkfraktionen än SW Nancy. Någon skillnad mellan Titus och SW Torun vad gäller fiberhalt förelåg inte (tabell 13). För hela plantor ökade inte SW Torun sin fiberhalt med ökad utveckling (figur 13). Någon skillnad mellan SW Nancy och SW Torun fanns heller inte (tabell 14). Sett till fiberhaltens utveckling över tid var Titus sorten med högst fiberinnehåll, främst i stjälkfraktionen som innehåller mest fiber. Skillnaden mellan de båda andra sorterna var överlag mindre.



Figur 8. NDF-halt i bladfraktionen hos tre rödklöversorter vid fyra analystillfällen under 88 dagar.

Tabell 9. Statistisk analys för signifikans för NDF-haltens utveckling över tid hos bladfraktionen

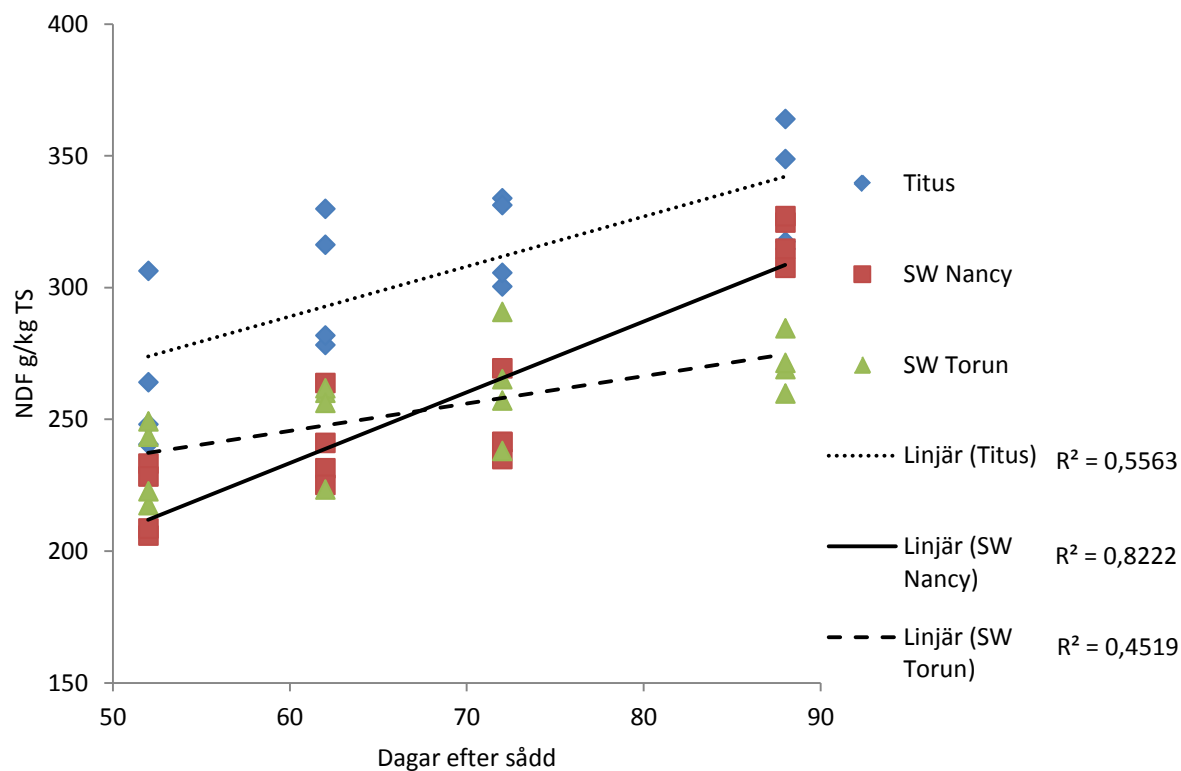
Omfattning	Statistisk analys	p-värde	Signifikansnivå
Skillnader i NDF-halt mellan sorterna	Regression	0,1493	n.s
Ökning av NDF-halt samtliga sorter	"	0,0036	**
Ökning av NDF-halt Titus	"	0,7354	n.s
Ökning av NDF-halt SW Nancy	"	0,0262	*
Ökning av NDF-halt SW Torun	"	0,0048	**
Skillnad NDF-halt Titus-SW Nancy	"	0,1721	n.s
Skillnad NDF-halt Titus-SW Torun	"	0,0597	"
Skillnad NDF-halt SW Nancy- SW Torun	"	0,5887	"



Figur 9. NDF-halt i stjälkfractionen hos tre rödklöversorter vid fyra analystillfällen under 88 dagar.

Tabell 10. Statistisk analys för signifikans för NDF-haltens utveckling över tid hos stjälkfractionen

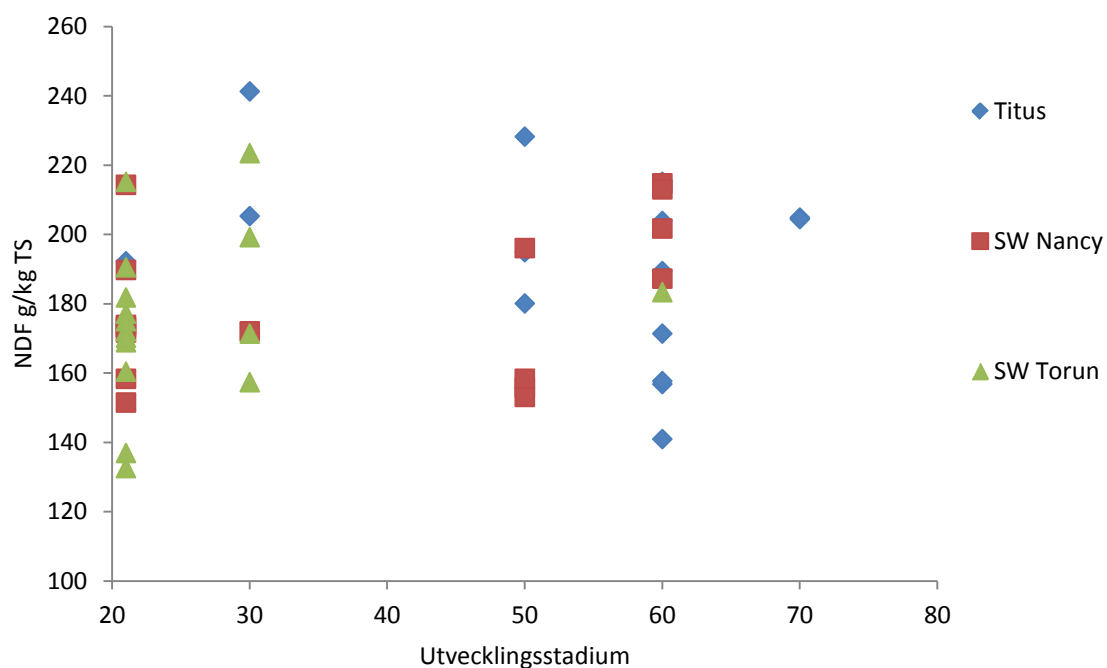
Omfattning	Statistisk analys	p-värde	Signifikansnivå
Skillnader i NDF-halt mellan sorterna	Regression	<0,0001	***
Ökning av NDF-halt med tiden samtliga sorter	"	0,0001	***
Ökning av NDF-halt Titus	"	0,0836	n.s
Ökning av NDF-halt SW Nancy	"	<0,0001	***
Ökning av NDF-halt SW Torun	"	0,5222	n.s
Skillnad NDF-halt Titus-SW Nancy	"	<0,0001	***
Skillnad NDF-halt Titus-SW Torun	"	0,0021	**
Skillnad NDF-halt SW Nancy- SW Torun	"	0,0409	*



Figur 10. NDF-halt för hela plantor hos tre rödklöversorter vid fyra anlystillfällen under 88 dagar.

Tabell 11. Statistisk analys för signifikans för NDF-haltens utveckling över tid hos hela rödklöverplantor

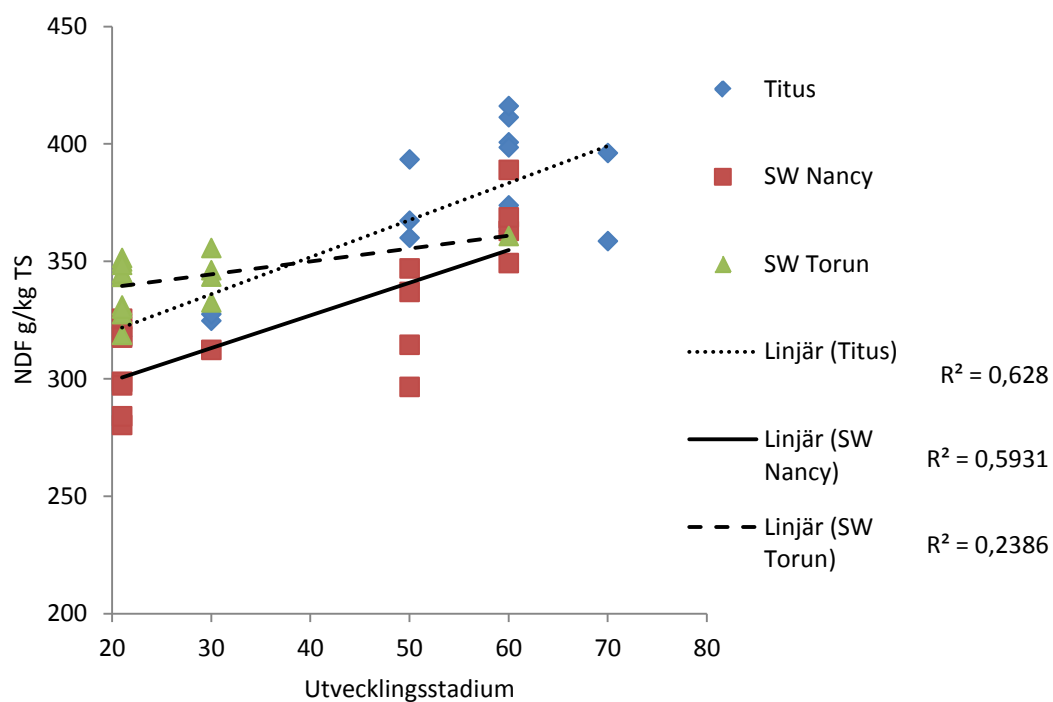
Omfattning	Statistisk analys	p-värde	Signifikansnivå
Skillnader i NDF-halt mellan sorterna	Regression	<0,0001	***
Ökning av NDF-halt med tiden samtliga sorter	"	<0,0001	***
Ökning av NDF-halt Titus	"	0,0009	***
Ökning av NDF-halt SW Nancy	"	<0,0001	***
Ökning av NDF-halt SW Torun	"	0,0013	**
Skillnad NDF-halt Titus-SW Nancy	"	<0,0001	***
Skillnad NDF-halt Titus-SW Torun	"	<0,0001	***
Skillnad NDF-halt SW Nancy-SW Torun	"	0,9741	n.s



Figur 11. NDF-halt i bladfraktionen hos tre rödklöversorter vid olika utvecklingsstadier.

Tabell 12. Statistisk analys för signifikans för NDF-halten vid olika utvecklingsstadier hos bladfraktionen

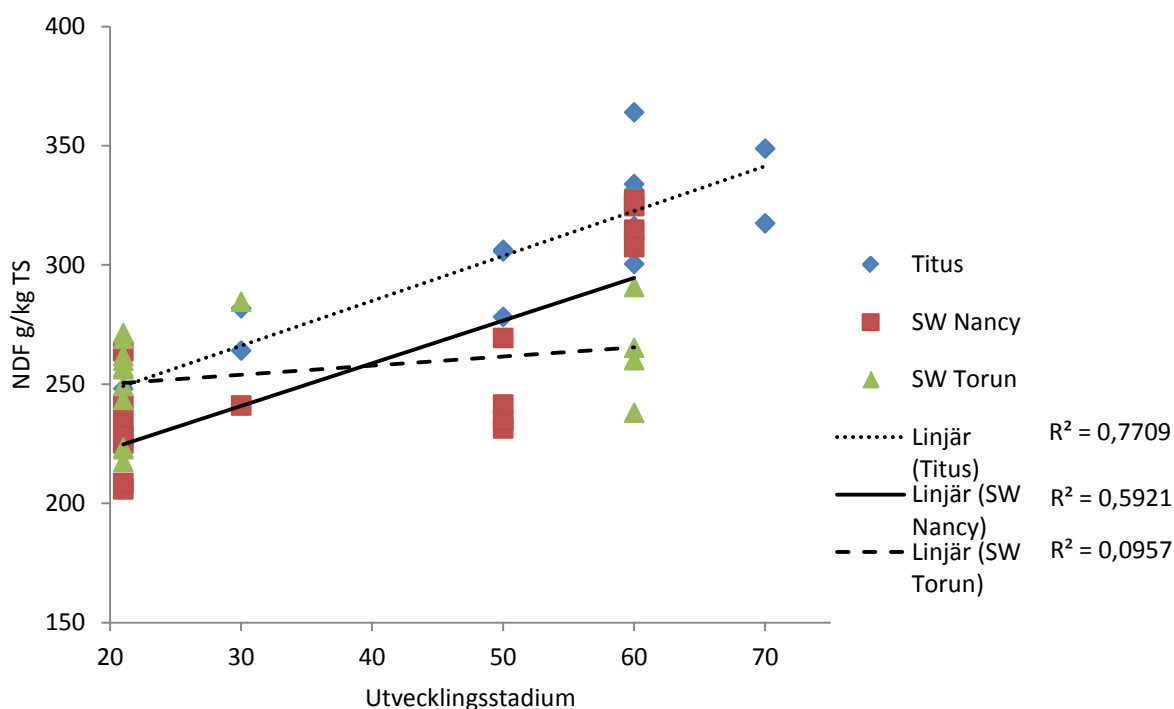
Omfattning	Statistisk analys	p-värde	Signifikansnivå
Skillnader i NDF-halt mellan sorterna	Regression	0,4849	n.s
Ökning av NDF-halt med utveckling samtliga sorter	"	0,1533	"
Ökning av NDF-halt Titus	"	0,4456	"
Ökning av NDF-halt SW Nancy	"	0,2070	"
Ökning av NDF-halt SW Torun	"	0,4623	"
Skillnad NDF-halt Titus-SW Nancy	"	0,3140	"
Skillnad NDF-halt Titus-SW Torun	"	0,2671	"
Skillnad NDF-halt SW Nancy- SW Torun	"	0,7798	"



Figur 12. NDF-halt i stjälkfractionen hos tre rödklöversorter vid olika utvecklingsstadier.

Tabell 13. Statistisk analys för signifikans för NDF-halten vid olika utvecklingsstadier hos stjälkfractionen

Omfattning	Statistisk analys	p-värde	Signifikansnivå
Skillnader i NDF-halt mellan sorterna	Regression	<0,0001	***
Ökning av NDF-halt med utveckling samtliga sorter	"	<0,0001	***
Ökning av NDF-halt Titus	"	0,0003	***
Ökning av NDF-halt SW Nancy	"	0,0005	***
Ökning av NDF-halt SW Torun	"	0,0549	n.s
Skillnad NDF-halt Titus-SW Nancy	"	0,0002	***
Skillnad NDF-halt Titus-SW Torun	"	0,3810	n.s
Skillnad NDF-halt SW Nancy- SW Torun	"	<0,0001	***



Figur 13. NDF-halt för hela plantor vid olika utvecklingsstadier.

Tabell 14. Statistisk analys för signifikans för NDF-halten vid olika utvecklingsstadier hos hela rödklöverplantor

Omfattning	Statistisk analys	p-värde	Signifikansnivå
Skillnader i NDF-halt mellan sorterna	Regression	<0,0001	***
Ökning av NDF-halt med utveckling samtliga sorter	"	<0,0001	***
Ökning av NDF-halt Titus	"	<0,0001	***
Ökning av NDF-halt SW Nancy	"	0,0005	***
Ökning av NDF-halt SW Torun	"	0,2438	n.s
Skillnad NDF-halt Titus-SW Nancy	"	0,0008	***
Skillnad NDF-halt Titus-SW Torun	"	0,0138	*
Skillnad NDF-halt SW Nancy- SW Torun	"	0,3748	n.s

## 4. Diskussion

### 4.1 Utveckling

Utvecklingen hos de tre sorterna av olika tidighetstyp var i stort som förväntat; Titus utvecklades snabbast och gick i blom först. Skillnaden mellan SW Nancy och SW Torun var mindre, något som skulle kunna förklaras av det faktum att de härstammar från områden med likartade klimatförutsättningar, jämfört med Titus som härstammar från Centraleuropa. En annan orsak till att utvecklingen var märkbart snabbare hos Titus jämfört mellan de två andra sorterna kan bero att sena sorter har en längre period i början av tillväxten då dagslängden saknar betydelse för utvecklingen (Jones, 1974). Om så är fallet kommer förmodligen Titus påverkas mer av den för växthuset inställda fotoperioden, 18 h, och därmed påskyndas utvecklingen mer jämfört med SW Nancy och SW Torun.

Inomsortsvariationen var stor; över tre veckors skillnad mellan första och sista blomning inom alla sorter. Att variationen har påverkats av det faktum att försöket var förlagt i växthus kan inte uteslutas. Ett rödklöverbestånd i fält är betydligt tätare än det var i detta växthusförsök, där varje planta stod ensam i en kruka. Därför blir konkurrensförhållandet annorlunda i växthuset, jämfört med fältförhållanden. Större konkurrens skulle förmodligen lett till att de plantor som hade långsam utveckling inte hade hävdat sig i konkurrensen i ett fältbestånd och därför försvunnit och variationen blir därför tydligare i detta växthusförsök jämfört med ett fältförsök.

I praktiken borde detta inte spela någon roll för grovfoderproducenten, skördetidpunkt väljs när en viss temperatursumma uppnåtts och rätt väderlek föreligger, inte när rödklöver uppnått ett visst utvecklingsstadium. För rödklöverfröodlaren kan situationen dock vara en annan. I fröodling önskar man att samtliga plantor är i samma utveckling vid skörd för att få mogna frö från alla plantor. Om utvecklingsförloppet skiljer sig stort av plantor av samma sort kommer vissa plantor ha omogna frön, eller rent utav inte gått i blom. Enligt Gunilla Larsson, SFO (via mail, 2012-05-08)<sup>1</sup>, får man acceptera att alla plantor inte kommer att ha blommat vid tiden för avdödning inför tröskning, istället får man se till att pollineringen är så god som möjligt för att få jämn avblomning.

## 4.2 Bladandel

Det fanns ett samband mellan plantålder och bladandel; en äldre planta var generellt mer utvecklad, stjälkar och blommor med mera gjorde att bladandelen minskade. På så vis kommer ett mer utvecklat plantbestånd innehålla mer fiber än ett mindre utvecklat bestånd. Eftersom Titus utvecklades snabbast kom den också att ha lägst bladandel genom försökets gång. Naturligtvis är plantans morfologi avgörande för bladandelens storlek, så fort plantan övergår från bladstadiet till stjälksträckning sjunker bladandelen snabbt.

I fallet där man jämför bladandelen mellan sorter i samma utvecklingsstadium är det intressant att det inte skiljer något mellan sorterna; något som indikerar att morfologin är likartad för sorterna när de befinner sig i samma utvecklingsstadium. Eftersom bladandel har en stark korrelation med fiberinnehåll (Hammarskjöld, 2001), kan det innebära att vid ett givet utvecklingsstadium är fiberinnehållet i stort detsamma för de tre sorterna.

Slutsatsen blir därför att om endast hänsyn till bladandelen tas, föreligger ingen skillnad i fiberhalt mellan de tre olika tidighetstyperna av rödklöver.

## 4.3 NDF

Slutsatsen om att bladandelen inte skiljer sig åt vid samma utvecklingsstadium stöds av undersökningen som Bélanger & McQueen (1996) gjorde där de jämförde tidiga och sena typer av timotej. De fann dock att tidiga typer av timotej hade högre fiberinnehåll än sena typer, även i de fall där bladandelen var densamma för både tidig och sen typ.

---

<sup>1</sup> Gunilla Larsson, Svensk Raps AB



Även om spridningen för de olika värdena mellan replikaten var stor syntes en ökning av fiberhalten i bladfraktionen med ökad ålder för SW Nancy och SW Torun (figur 8). Det faktum att Titus inte hade någon signifikant ökning av fiberhalten i bladfraktionen kan bero på att utvecklingen var längre gången för Titus jämfört med övriga sorter vid starten för provtagningarna, och att lignifieringen av bladen möjligtvis redan påbörjats och gett en högre NDF-halt initialt. Bladfraktionens fiberinnehåll är dock betydligt lägre jämfört med stjälkfraktionen. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan sorterna beträffande NDF-innehåll i bladfraktionen under försökets gång, vilket stämmer överens med Buxton & Hornstein (1986).

Ser man till utvecklingens påverkan på NDF-halten i bladfraktionen fanns inga signifikanta skillnader för samtliga sorter; de ökade inte beträffande NDF-halt, inte heller skilde sig sorterna åt beträffande NDF-halt vid ett visst utvecklingsstadium (figur 11). Ett blad från en planta som är överblommad kan ha samma fiberhalt som ett blad från en blomma som inte påbörjat stjälksträckning.

I stjälkfraktionen ökade NDF-halten med åldern hos SW Nancy och Titus. För SW Torun skedde ingen ökning, förmodligen berodde det på att sorten inte var lika utvecklad och hade flera plantor i bladstadiet vid varje analystillfälle, och stjälkfraktionen till största del består av bladskäft. I ett försök av Åman (1985) undersöktes hur den kemiska sammansättningen av de olika plantdelarna hos rödklöver utvecklades över tid. Försöket visade att bladskäft och blad inte förändrar sitt fiberinnehåll i någon större utsträckning med ökad ålder. För Titus kan det faktum att den redan hade påbörjat sin stjälksträckning och därmed hade lignifiering redan påbörjats spela roll.

En möjlig orsak till den för de två sorternas blygsamma ökning av NDF-halten kan bero på att den skyddade miljö som växthuset medger, stressar inte plantorna i samma utsträckning som vid fältförhållanden. Då stress innebär en ökad lignifiering kan det förklara avsaknaden av fiberhaltsökningen, det förklarar däremot inte varför SW Nancy ökade sin NDF-halt. Vid bladstadiet utgjordes stjälkfraktionen i princip endast av bladskäft, vilket förmodligen bidrar till att SW Toruns NDF-värden är likartade vid samtliga analystillfällen.

Värt att notera är SW Nancys NDF-halt i stjälkfraktionen under försökets första tre analystillfällen. Trots att SW Nancy-plantorna vid de tre första analystillfallen var något mer utvecklade än SW Torun-plantorna hade SW Nancy en lägre NDF-halt än SW Torun. Vid fjärde och sista analystillfället var NDF-halten hos SW Nancy dock högre än halten hos SW Torun, vilket kan bero på att utvecklingen hos SW Nancy vid detta analystillfälle hade kommit längre än utvecklingen hos SW Torun. Att SW Nancy har en lägre NDF-halt än SW Torun trots högre utveckling kan tyda på en sortegenskap som ger en lägre NDF-halt.

NDF-haltens utveckling med åldern för hela plantor talar sitt tydliga språk; Titus har högst NDF-halt genomgående under tidsperioden, SW Nancy och SW Torun har lägre, likartade värden. Av plantor i samma ålder har Titus klart den högsta NDF-halten. Har man i odling på gårdsnivå exempelvis både SW Nancy och Titus kommer man således få en signifikant högre NDF-halt från fält med Titus jämfört med fält med SW Nancy om vallskörden sker vid samma tillfälle.

Vid indelning av plantor i grupper efter utvecklingsstadium och NDF-halt som beroende variabel blev utfallet följande; för SW Torun fanns plantor i bladstadium vid både första och sista analysstillfället, trots att det skiljer 36 dagar mellan analysstidpunkterna fanns inga skillnader i NDF-halt för plantor i utvecklingsgrupperna. Liknande fenomen gällde för samtliga plantor och utvecklingsgrupper. Däremot skiljer sig endast Titus mot de båda andra, beträffande skillnad i fiberhalt vid ett visst utvecklingsstadium. Det vill säga, jämförs de tre sorterna vid samma utvecklingsstadium har Titus högst fiberhalt. Detta trots att Titus är yngre i ålder räknat när den är i samma stadium som SW Nancy och SW Titus. Odlas Titus och SW Nancy i samma område, kommer följaktligen SW Nancy ha en lägre NDF-halt även om den skördas senare i tid, jämfört med Titus.

I stjälkfraktionen ökade Titus och SW Nancy fiberhalten med ökande utveckling, men inte SW Torun. En trolig orsak till att SW Torun inte ökade i fiberhalt är att det fanns få plantor av SW Torun som var utvecklade förbi bladstadiet, och resultatet för stjälkfraktionens NDF-halt vid ökande utveckling bygger mycket på enstaka plantor för SW Torun. Flera försök bekräftar en ökande fiberhalt vid ökad utveckling, bland annat Jung & Engels (2002).

Att använda sig av utvecklingsstadium vid jämförelse istället för dagar efter sådd ger en mer rättvis jämförelse mellan sorter av olika tidighet i detta försök. I praktiskt jordbruk kommer skörden ske när respektive sort har uppnått ungefär samma utvecklingsstadium, om de odlas i de områden som de främst är framtagna för. Om Titus och SW Nancy odlas på samma plats är det bättre att jämföra NDF-halten vid dagar efter sådd eftersom de kommer att skördas samtidigt. En nackdel med att använda sig av utvecklingsstadium var i detta försök bristen på analysmaterial för den sena typen, de flesta plantor befann sig fortfarande vid låga utvecklingsstadier vid försökets avslut.

Genomgående utmärker sig Titus beträffande fiberhalten, den har ofta ett något högre fiberinnehåll än de andra sorterna. Ett skäl skulle kunna vara att den snabbare utvecklingen hos Titus inte bara påverkar fenologin, utan även lignifieringen hos plantan. Ett högre utvecklingsstadium kräver också en ökad lignifiering för att stödja de plantdelar som en högre utveckling innebär.

Hypotesen om att det skulle finnas en skillnad mellan olika tidighetstyper av rödklöver beträffande fiberinnehåll vid samma utvecklingsstadium, kan antas då den tidiga sorten har ett högre fiberinnehåll jämfört med den medelsena och sena sorter vid samma utvecklingsstadium. Det gäller om man tittar på fiberinnehåll i hela plantor. Det skiljer inget i fiberinnehåll om man jämför hela plantor av den medelsena och den sena sorten, varken vid samma ålder eller vid samma utvecklingsstadium.

## **Felkällor och förbättringar**

För att med säkerhet kunna fastställa att en skillnad i fiberhalt beror på tidighetstyp krävs att man jämför flera sorter av varje typ mot varandra, något som är praktiskt omöjligt i ett växthusförsök av denna storlek. Därför är det svårt att skilja mellan sort och typ i slutsatserna av försöket, men försöket ger en möjlighet att se trender för olika tidighetstyper. Vid

jämförelserna med utvecklingsstadium som oberoende variabel blir det statistiska underlaget för några stadier begränsat, fler plantor hade varit önskvärt på grund av den stora variationen i utvecklingshastighet.

Beståndet i växthuset får anses som mycket glest jämfört med fältförhållanden, vilket ledde till att även plantor med extra långsam utveckling inte blev utkonkurrerade. Detta kan ha bidragit till den stora variationen i utvecklingshastighet som observerades. Om man planterar fler plantor per kärl skulle konkurrensen öka och, för att efterlikna fältförhållanden, man kan då välja den planta i varje kärl som klarast sig bäst i konkurrensen. På så sätt blir förhållandena mer fältlika.

En intressant analys hade varit iNDF, men denna analys kräver mer plantmaterial än vad som fanns tillgängligt i försöket.

## Referenslista

Beck, C.B. (2005) *An introduction to plant structure and development: plant anatomy for the 21<sup>st</sup> century*. Cambridge.

Bélanger, G., McQueen, R.E. (1996) Digestibility and cell wall concentration of early- and late-maturing timothy (*Phleum pratense* L.) cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* 76:107-112

Björn, L.O. (2012) "Fiber". Nationalencyklopedin. Tillgänglig:  
<http://www.ne.se/lang/fiber/168879> [2012-05-09]

Bowley, S.R., Taylor, N.L., Dougherty, C.T. (1984) Physiology and morphology of red clover. *Advances in Agronomy*. 37:317-347.

Bowley, S.R., Taylor, N.L., Dougherty, C.T. (1987) Photoperiodic response and heritability of the preflowering interval of two red clover (*Trifolium pratense*) populations. *Annals of Applied Biology*. 3:455-461.

Brett, C., Waldron, K. (1990) *Physiology and biochemistry of plant cell walls*. London, Storbritannien. Kluwer Academic Publishers.

Buxton, D.R., (1995) Growing Quality Forages under Variable Environmental Conditions. *Proceedings of the Western Canadian Dairy Seminar* (Ed. J.J Kenelly) Tillgänglig:  
<http://www.wcds.ca/proc/1995/wcd95123.htm> [2012-05-09]

Buxton, D.R., Hornstein, J.S. (1986) Cell-wall concentration and components in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil, and red clover. *Crop Science*. 26:180-184.

Buxton, D.R., Hornstein, J.S., Wedin, W.F., Marten, G.C. (1985) Forage quality in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil, and red clover. *Crop Science*. 25:273-279.

Cserhalmi, N. (1998) *Fårad mark : Handbok för tolkning av historiska kartor och landskap*. Stockholm: Stockholm : Sveriges hembygdsförbund.

Coppock, C.E., Noller, H., Wolfe, S.A., Callahan, C.J., Baker, J.S. (1972) Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on feed intake prepartum and the occurrence of abomasal displacement in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 55:783-789.

Fahey, G.C.Jr., Collins, M., Mertens, D.R., Moser, L.E. (red.). (1994) *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. Madison, USA.

- Fogelfors, H. (red.) (2001) *Växtproduktion i jordbruket*. Natur och kultur/LTs förlag, Stockholm.
- Grace, J., Russell, G. (1977) The effect of wind on grasses: III. Influence of continuous drought or wind on anatomy and water relations in *Festuca arundinacea* S. *Journal of Experimental Botany* 28: 268-278.
- Habib, G., Shah, S.B.A., Inayat, K. (1995) Genetic variation in morphological characteristics, chemical composition and in vitro digestibility of straw from different wheat cultivars *Animal Feed Science and Technology* 55:263-274.
- Hacker, J.B., Minson, D.J. (1981) The digestibility of plant parts. *Herbage abstracts* 51:459-482.
- Halling, M.A. (2012) Vallväxter till slätter och bete samt grönfoderväxter. Sortval för södra och mellersta Sverige 2012/2013. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi*. 68 s.
- Hammar skjöld, G. (2001) Nutritional qualities of four temperate forage legumes – chemical composition of leaves and stems of red clover, lucerne, birdsfoot trefoil and fodder galega during primary growth and two morphological methods for predicting feeding qualities of forage legumes., *Institutionen för ekologi och växtproduktionslära. Examensarbeten/seminarieuppsatser* 33. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Hedlund, E-K., Höglund, S. (1983) Fenologisk utveckling och förändring i fodervärde hos timotej, rödklöver och blålusern. *Institutionen för växtodling. Seminarier och examensarbeten*: 717. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Jones, T.W.A. (1974) The effect of leaf number on the sensitivity of red clover seedlings to photoperiodic induction. *Grass and Forage Science*. 29:25–28.
- Jordbruksverket. (2011)<sup>a</sup> PDF-dokument. Slutlig fältbesiktningsstatistik Besiktad areal fröburna växtslag. 2011-03-29. Tillgänglig: [Statistik utsäde - Jordbruksverket](#) [2012-05-09]
- Jordbruksverket. (2011)<sup>b</sup> Hemsida. *Sveriges jordbruk i siffror*. 2011-08-22. Tillgänglig: [Sveriges jordbruk i siffror - Jordbruksverket](#) [2012-05-09]
- Jordbruksverket. (2012) Hemsida. *Jordbruket i siffror*. 2012-03-12 Tillgänglig: [Drygt 3 miljoner hektar åker- och betesmark i Sverige 2011 | Jordbruket i siffror](#) [2012-05-09]
- Julén, G. (red.) (1997) *Den svenska växtförädlingens historia*. Stockholm.
- Jung, H.G., Engels, F.M. (2002) Alfalfa Stem Tissues: Cell Wall Deposition, Composition, and Degradability. *Crop Science* 42:524-534.
- Jung, H.G. (1997) Analysis of Forage Fiber and Cell Walls in Ruminant Nutrition. *Journal of Nutrition* 127: 810S-813S.
- Kalu, B.A., Fick, G.W. (1981) Quantifying morphological development for alfalfa for studies of herbage quality. *Crop Science* 21:267-271.
- Lärn-Nilsson, J. (red.) (2006) *Naturbrukets husdjur*. Sundbyberg.
- Mandal, S. (2010) Induction of phenolics, lignin and key defense enzymes in eggplant (*Solanum melongena* L.) roots in response to elicitors. *African Journal of Biotechnology* 9:8038-8047.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C.A. (2002) *Animal Nutrition*. 6:e uppl. Harlow, Storbritannien.
- Menden, B., Kohlhoff, M., Moerschbacher, B.M. (2010) Wheat cells accumulate a syringyl-rich lignin during the hypersensitive resistance response. *Phytochemistry* 68: 513-520.

- Mertens, D.R. (2002) Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds using refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of Association of Official Analytical Chemists* 85:1217–1240.
- Nationalecyklopedin (2012) Kraftfoder. Tillgänglig: [kraftfoder | Nationalencyklopedin](#) [2012-05-09]
- Nocek, J.E. (1997) Bovine Acidosis: Implications on Laminitis. *Journal of Dairy Science* 80:1005-1028.
- Nordstedt, O. (1920) *Prima loca plantarum suecicarum*. Första litteraturuppgift om de i Sverige funna vilda eller förvildade kärlväxterna. *Botaniska Notiser* 1920: 1-95.
- Nyberg, A., Strömberg, J., Stenberg, M., Nadeau, E. (2002) Snabbmetoder för ts-bestämning av grovfoder. Teknisk Rapport 9 *Institutionen för jordbruksvetenskap*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara. ISSN 1650-6472.
- Ohlsson, C. (1991) Growth, development, and composition of temperate forage legumes and grasses in varying environments. Ph.D. Diss. Iowa State Univ., Ames (Diss. Abstr. 91-26231).
- Ruiz, I. (1973) Cutting management effects on growth, morphology and physiology of red clover. *Dissertation Abstracts International* 33B, 4621-4622.
- Spedding, C.R.W., Diekmahns, E.C. (reds.) (1972) *Grasses and legumes in British Agriculture*. Bullentin 49, Farnham Royal. ISBN: 0851980163
- Taiz, L., Zeiger, E. (2006) *Plant physiology*. Fjärde uppl. Sunderland.
- Taylor, N.L., Quesenberry, K.H. (1996) *Red clover science*. Dordrecht, Nederländerna.
- Taylor, N.L., R.R. Smith. 1995. *Red Clover*. p. 217-226. Från Barnes, R.F., Miller, D.A., Nelson, C.J. (Red.) Forages, Volume 1: An Introduction to Grassland Agriculture. Ames, USA.
- Terry, R.A., Tilley, J.M.A. (1964) The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin, as measured by an in vitro procedure. *Journal of the British Grassland Society* 19:363-72.
- van Soest, P.J. (1994) *Nutritional economy of the ruminant*. 2:a uppl. Ithaca, USA. Cornell University Press.
- van Winden, S.C.L., Brattinga, C.R., Muller, K.E., Schonewille, J.T., Noordhuizen, J., Beynen, A.C. (2004) Changes in the feed intake, pH and osmolality of rumen fluid, and the position of the abomasum of eight dairy cows during a diet-induced left displacement of the abomasum. *Veterinary Record* 154:501-504.
- Volden, H., Nielsen, N., Åkerlind, M., Rygh, A.J., (2011) Editor: Harald Volden. *Norfor – The Nordic feed evaluation system* Wageningen Academic Publishers, Wageningen Nederländerna.
- Wiersma, D.W., Smith, R.R., Mlynarek, M.J., Rand, R.E., Sharpee, D.K., Undersander, D.J. (1998) Harvest management effects on red clover forage yield, quality, and persistence. *Journal of Production Agriculture* 11:309-313.
- Wilman, D., Altimimi, M.A.K. (1984) The in-vitro digestibility and chemical composition of plant parts in white clover, red clover and lucerne during primary growth. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 35:133-138.
- Åman, P. (1985) Chemical composition and in vitro degradability of major chemical constituents in botanical fractions of red clover harvested at different stages of maturity. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 36:775-780.

Tack till:

Ewa Magnuski, Inst. för växtproduktionsekologi, för all hjälp med det praktiska i försökets startskeende.

Carl Åkerberg, Inst. för växtproduktionsekologi, för snabb hjälp med allt material till försöket samt all service av växthuset.

Scandinavian Seed och Lantmännen SW Seed för frömaterial.

Börje Ericson, SLU:s laboratorium på Kungsängen, för noggrann visning av hur kvarnen fungerade samt svar på alla frågor kring analyserna.

Johannes Forkman, Inst. för växtproduktionsekologi, för hjälpen med statistiken.

Brage Frick, Jenny Knutsson och Kristian Österlund för hjälp med vattning, dokumentation och analys av plantorna.

Magnus Halling, Inst. för växtproduktionsekologi, för att du fick idén om ett praktiskt växthusförsök samt all handledning.